

· 综 述 ·

血管结构模式与肾细胞癌预后关系的研究进展

潘大猛,张启鸣,邱敏,马路林

(北京大学第三医院泌尿外科,北京 100191)

Research progress on the relationship between vascular structure patterns and prognosis of renal cell carcinoma

PAN Dameng,ZHANG Qiming,QIU Min,MA Lulin

(Department of Urology,Peking University Third Hospital,Beijing 100191,China)

ABSTRACT: Vascular structure pattern, namely the maturity, morphology and distribution of blood vessels, as one of the pathological features of renal cell carcinoma (RCC), cannot be ignored when the prognosis is concerned. The current mainstream classification of vascular structure patterns includes pseudoacini, Golgi, lacunar and dispersion patterns. Many studies have shown that the vascular structure patterns in RCC are closely related to the diagnosis and prognosis. Early features such as dendritic penetration of the endothelium contribute to the differential diagnosis of RCC, while different vascular structure patterns are not only related to tumor grade, but also affect the responsiveness of targeted therapy and prognosis. Evaluating these vascular structural patterns can help to understand the biological behaviors of tumors and guide the treatment options, but a unified assessment of vascular structural patterns is still lacking. This paper reviews the research progress on the relationship between vascular structure patterns and RCC prognosis, aiming to provide clinical reference.

KEY WORDS: renal cell carcinoma; vascular structure; vascular maturity; tumor grade; prognosis

摘要: 血管结构模式即血管的成熟度、形态及分布状态,其作为肾细胞癌病理特征之一,在肾细胞癌预后评估中的价值不容忽视。目前肾细胞癌血管结构模式常被分为假腺泡样、高尔基体样、腔隙样和分散样 4 种,与疾病诊断密切相关,早期特征如树枝状穿透内皮有助于肾细胞癌的鉴别诊断,不同的血管结构模式还与肿瘤分级相关,而且影响肿瘤对靶向治疗反应性及患者预后。通过评估血管结构模式,可以帮助理解肿瘤的生物行为并指导治疗方法选择。目前尚缺乏统一的血管结构模式的评估方式。本文对血管结构模式与肾细胞癌预后关系的研究进展进行综述,旨在为临床提供参考。

关键词: 肾细胞癌;血管结构;血管成熟度;肿瘤分级;预后

中图分类号:R737.11

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-8291.2025.03.016

肾细胞癌(renal cell carcinoma, RCC)是泌尿系第 3 大恶性肿瘤,近年来其发病率不断上升,世界范围内 RCC 的发病率约占成人恶性肿瘤的 2%~3%^[1]。在临床实践中, TNM 分期、世界卫生组织(World Health Organization, WHO)/国际泌尿病理学会(International Society of Urological Pathology, ISUP)核分级、肿瘤特异性坏死、血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)、肉瘤样或横纹肌样形态已被认为是预测 RCC 复发或转移的重要预后参数^[2-3]。但这些指标对 RCC 患者的预后预测仍不够全面,低分级或较早分期的肾透明细胞癌(clear cell renal cell carcinoma, ccRCC)也存在转移潜能,因此探索新的预测指标势在必行。

收稿日期:2024-06-21

修回日期:2024-08-24

通信作者:马路林,主任医师,教授,博士研究生导师。E-mail: malulin@medmail.com.cn;邱敏,副主任医师。E-mail: qiumin@bjmu.edu.cn

作者简介:潘大猛,硕士研究生在读。研究方向:肾癌的临床与基础。E-mail: pandameng2022@163.com

RCC 的生长高度依赖于血液供应, RCC 常因 VHL 基因早期失活,导致缺氧及血管生成相关基因的上调^[4],因此微血管密度通常被用以判断肿瘤血管的生成情况。有研究发现微血管密度在 RCC 组织中大幅增加,而微血管密度的升高与患者预后不良相关^[5]。RCC 中抗血管生成治疗或抗血管治疗在临床已得到广泛应用,但仍存在抗 VEGF 治疗疗效欠佳的病例报道。肿瘤血管的结构模式,即肿瘤内血管的成熟度、形态及分布状态,其作为肿瘤病理特征之一,对于评估患者的预后具有重要意义。把握血管结构模式有助于肿瘤的进一步诊断,进而选择有效的治疗方式。本文主要从血管结构模式的概念及分类,血管结构模式与 RCC 预后及治疗反应性的关系,血管结构模式研究的局限性等方面进行概述。

1 血管结构模式的概念及分类

1.1 肿瘤血管生成 自 FOLKMAN 等^[6]在 20 世纪

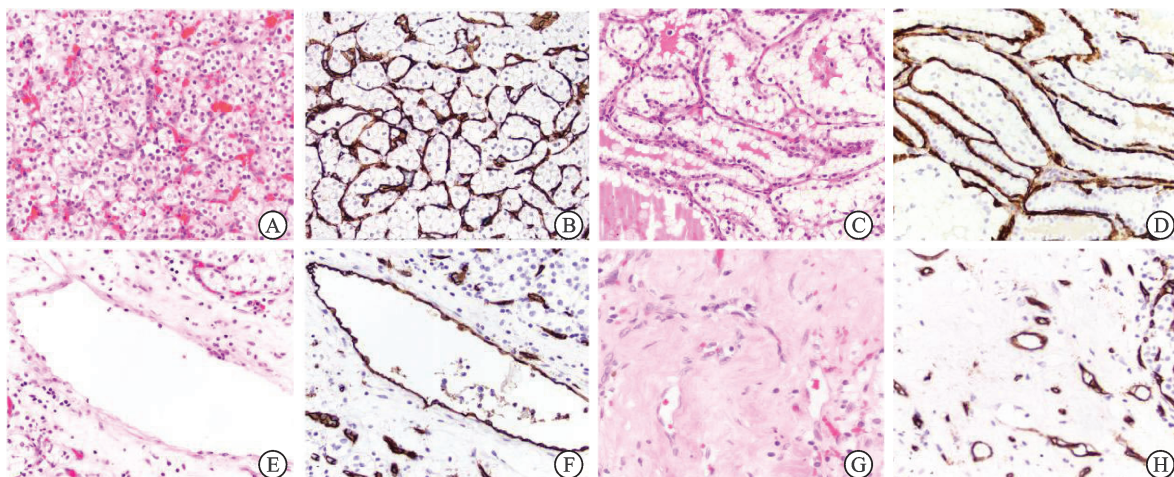
70年代提出肿瘤发展与血管生成的相关理论,肿瘤血管生成领域的研究正不断深入。血管生成是指通过现有的血管网络形成新血管的过程,是生长发育中的正常过程^[7],涉及内皮细胞的发芽、迁移和增殖,而内皮细胞又受到多种因素的调节,其中 VEGF 发挥着关键作用^[8]。恶性肿瘤具有不断增殖与侵袭的特性,血管生成是确保肿瘤血液和氧气供应的有效方式。肿瘤细胞分泌高水平的促血管生成因子,从而促进异常血管网络形成,其特征是排列杂乱、发育不成熟以及通透性较差^[9-11]。肿瘤血管生成的评估方法多样,包括测定内皮细胞功能等的细胞功能学、血管灌注和缺氧等的整体功能学、血管长度和微血管密度等的形态学分析^[12]。

1.2 RCC 血管结构模式的概念及分类 截至目前,学界对 RCC 内血管结构模式的定义及分类仍无统一的认识。根据最近的研究可将肿瘤内血管的成熟度、形态及分布状态概括为肿瘤的血管结构模式。FERICIAN 等^[13]利用 CD34、平滑肌肌动蛋白(smooth muscle actin, SMA)作为标记物对 49 例 RCC 标本进行免疫组化染色,将(CD34+/SMA-)定义为未成熟血管,将(CD34+/SMA+)定义为成熟血管,并根据显微镜下毛细血管间距离及排列方式

将血管分为 4 种结构模式:①网状:毛细血管间距较小,血管密度高,毛细血管相互连接常见,存在成熟血管;②弥漫状:内皮细胞无明显连接,管腔弥漫分布,血管通常不成熟;③束状:血管较成熟,管腔薄,通常塌陷,常见于乳头状 RCC;④小梁状:由小血管组成,血管管腔被周细胞包围,血管成熟度较难确定。

RUIZ-SAURÍ 等^[14]在显微镜下利用 CD31、CD34 标记成熟与未成熟血管,根据血管的形状、管腔的存在和互连等形态计量参数,发现并总结出 RCC 血管的 4 种结构模式,即束状、网状、弥漫状和假腺泡状。

在此基础上,经修改,当前主流的 RCC 血管结构模式的分类如下(图 1)^[15]:①假腺泡样:血管内腔塌陷,呈短线状,方向不一。血管可合并形成圆形或几何形状,围绕着一小群肿瘤细胞(≤ 10 个细胞核)。②高尔基体样:血管内腔塌陷,长线状,平行走行,在与其他相邻血管桥接时显示圆形边缘或偶尔出现锐角。通常围绕着一大群肿瘤细胞(≥ 10 个细胞核)。③腔隙样:管腔呈不规则和/或圆形,不塌陷,红细胞可能存在于管腔中。④分散样:血管管腔多扁平,至少有一小部分可识别的管腔,这些血管往往长度短,不汇合,通常见于肿瘤外围。



A: HE 染色血管呈假腺泡样; B: CD34 染色血管形成几何图形, 围绕着一小群肿瘤细胞(≤ 10 个细胞核); C: HE 染色血管呈高尔基体样; D: CD34 染色血管平行走行, 围绕更多的肿瘤细胞组(≥ 10 个细胞核); E: HE 染色血管呈腔隙样; F: CD34 染色血管管腔不规则或呈圆形; G: HE 染色血管呈分散样; H: CD34 染色血管扁平, 不汇合。

图 1 肾细胞癌血管结构模式分类图^[15]

2 血管结构模式与预后相关性研究

关于影响 RCC 预后因素的研究不胜枚举。Fuhrman 分级系统用于评估核分级, 尽管已证明其与预后相关且被广泛应用, 但仍有研究认为: ①Fuhrman 分级需要同时评估核大小、核形状和核仁

突出度, 这些形态参数中的每一项都具有独立的预后意义, 并且每一项都提供了额外的生存信息。②Fuhrman 分级标准相关定义有限。不同学者根据镜下所见, 对 Fuhrman 分级的理解可能得出不同的结论, 成为应用的障碍之一^[16-17]。此外, 根据 2012 年 ISUP 温哥华会议的结论, 在 RCC 领域引进了新的

WHO/ISUP 分级系统,并被 WHO 推荐使用^[18]。但后续不断有学者提出活检和切除标本的病理参数评估对 RCC 患者的诊断、预后和治疗具有关键作用^[19-20]。全面评估肾细胞癌的病理特征,包括血管结构特征,是很有必要的,特别是目前抗血管生成已成为 RCC 药物治疗中的重要一环。探究血管结构特征对靶向治疗的反应性,有助于精准选择靶向药物。近年来,许多学者做了 RCC 血管结构模式与预后的研究,大多数研究结果均提示血管结构模式与 RCC 预后相关。下面主要从血管形态、成熟度、对靶向治疗的反应这 3 方面介绍血管结构模式与 RCC 预后的研究进展。

2.1 血管形态与预后相关性研究 早在 1997 年 WEIR 等^[21]通过回顾性研究确定了 RCC 血管的结构特点,即树枝状穿透内皮常见,而外周包裹内皮罕见。这一特点有助于区分细针穿刺活检下的 RCC 与肝细胞癌,为疾病的正确诊治提供依据。SARDARI 等^[22]提出假说:ccRCC 的肺转移瘤可以在不引起血管生成的情况下生长,并与肺原发性肿瘤的生长模式相同,通过观察 24 例 ccRCC 肺转移患者的组织病理切片,重点观察血管结构、测量微血管密度,由此得出结论:高度血管生成的原发肿瘤可以导致非血管生成转移,这种类型的转移可能对抗血管生成治疗有耐药性。

FERICIAN 等^[13]观察到血管形态与肿瘤侵犯有很强的相关性,并与肿瘤分级直接相关。肿瘤血管的完整形态和分子角色塑造将有助于阐明抗血管生成、抗肿瘤治疗无效的机制。CANETE-PORTILLO 等^[15]的研究表明,ccRCC 和透明细胞乳头状肾细胞癌(clear cell papillary renal cell carcinoma, ccPRCC)中存在不同的血管结构模式,腔隙状和假腺泡状是 ccRCC 中最常见的组合,而腔隙状和高尔基体状是 ccPRCC 中的主要组合。通过研究血管结构的差异,为区分不同亚型 RCC 和改善预后提供了新的线索。OHE 等^[23]开发了一种基于血管结构的分类模型,该模型综合了 WHO/ISUP 分级、坏死、TNM 分期和基于血管结构的分类,其预测准确性大于传统风险模型(C 指数 = 0.871 *vs.* 0.755~0.843),为 RCC 的分层诊断和个体化治疗提供了新的方向。

OUYANG 等^[24]开展了一项 RCC 微血管结构的回顾性研究,探讨计算机断层扫描(computed tomography, CT)相对增强值与肿瘤血管生成的相关性,结果显示 RCC 的 CT 相对增强值与血管结构参数(密度、面积、周长)有关,增强 CT 的定量和半定量参数可作为预测 RCC 生物学行为的指标,为非侵

人性的影像学评估提供了新的思路。

2.2 血管成熟度与预后相关性研究 LÓPEZ 等^[25]认为肿瘤内连续的 CD34 阳性血管生成模式可能有助于预测 ccRCC 的肿瘤行为。FERICIAN 等^[13]观察到肿瘤的分级与肿瘤血管未成熟状态显著相关($P=0.022$)。

QIAN 等^[26]根据 RCC 内血管 CD31、CD34 表达情况将其分为:未分化血管(CD31+/CD34-)和分化血管(CD31+/CD34+)。未分化血管无管腔或仅有很小的管腔,血管壁较厚,与分化血管相比体积较小。未分化血管密度较高与患者生存期较短、肿瘤分级较高和原发肿瘤进展较快、对抗血管生成抵抗相关。RCC 中分化血管密度较高与患者较长的生存期、较低的肿瘤分级和较早的 T 分期相关。

以上这些发现表明 RCC 内的血管成熟度具有异质性,在肿瘤进展中可能具有不同的生物学作用,通过分析血管成熟度间差异性,可识别与肿瘤侵袭相对应的关键肿瘤血管类型,有助于预测对血管生成治疗的反应性或耐药性。

3 血管结构模式与靶向治疗反应性的关系

RCC 对于传统放化疗不敏感,但局部进展期及转移性 RCC,靶向治疗加免疫治疗的有效性已被越来越多的研究人员认可^[27]。RCC 是血管化良好的肿瘤,其血管系统具有高度复杂性和异质性。抗血管生成治疗作为靶向治疗的主要组成部分,其重要性不可忽视。在实验模型和临床试验中,抗血管生成疗法已被应用于 RCC 的治疗,但目前尚无报道显示该方法能改善患者的生存率和预后^[28-29]。评估血管结构模式与靶向治疗反应性的关系,可以帮助临床对可能接受辅助治疗的患者进行多方面的分层,包括但不限于肿瘤类型、肿瘤血管成熟度等。

在网状、弥漫状、束状、小梁状这 4 种血管结构模式中,网状对抗血管治疗最敏感,小梁状 RCC 血管侵袭可能性最低,可能的原因为:①与未成熟血管的数量相关,网状结构中存在更多的成熟血管,对靶向治疗有更好的反应;②与肿瘤本身侵袭的程度相关。有研究报道 RCC 中肌成纤维细胞刺激或肌成纤维细胞分化为 RCC 血管周细胞,不一定代表着血管更加成熟,而是肿瘤生长和限制新生血管扩张的机制^[13]。

已有研究证实肿瘤血管的结构特征会影响对 VEGF 抑制剂的反应。但与上述结论相反,SMITH 等^[30]发现由周细胞或肌成纤维细胞样细胞支持的成熟血管对 VEGF 抑制剂治疗不够敏感。获得性 VEGF 抑制剂抗性模型的特点是周细胞的招募,其

机制可能与升高表皮生长因子受体(epidermal growth factor receptor, EGFR)信号反应或血小板衍生生长因子(platelet-derived growth factor, PDGF)介导的信号反应有关^[31-32]。

4 血管结构模式研究的局限性

目前学界对血管结构模式仍无统一定义,不同的研究者采用不同的标记物和染色方法,根据他们在显微镜下观察到的血管分布及其形态特征来定义血管结构模式。这类研究往往受到较大的主观因素影响,因此目前需要统一的血管结构模式分类标准,以进一步探讨其与 RCC 预后的关系。

不同的血管结构模式可能与肿瘤对靶向治疗的敏感性有关,通过评估血管结构模式可以更好地理解肿瘤的生物效应和治疗反应,从而为选择合适的治疗方案提供依据。因此,RCC 血管结构模式和治疗反应的相关性仍有待进一步探讨,这将有助于更全面地理解其与 RCC 预后之间的关系。

5 总结与展望

RCC 患者准确的预后评估对治疗方法的选择至关重要。尽管 Fuhrman 分级系统、WHO/ISUP 分级系统等已广泛应用于 RCC 预后评估中,但其准确性仍有待提升。越来越多的研究已经证实多种指标复合应用可以提高预后评估的准确性。肿瘤血管作为肿瘤营养物质供应的“主干道”,其在预后评估中的作用以及对抗血管生成治疗的反应不应被忽视。但目前仍缺少 RCC 内血管结构模式的统一分类标准,不同亚型 RCC 的血管结构特征仍需进一步探索,血管结构模式与预后的关系、对靶向治疗的敏感性仍需更大规模的研究来证实。探究血管结构模式与其他预后因素的联合作用,以及应用新的技术和方法来评估血管结构模式的研究有望为 RCC 患者的治疗选择和预后评估提供更好的指导。

参考文献:

- [1] RINI BL, CAMPBELL SC, ESCUDIER B. Renal cell carcinoma[J]. *Lancet*, 2009, 373(9669): 1119-1132.
- [2] LIAO C, HU L, ZHANG Q. Von Hippel-Lindau protein signalling in clear cell renal cell carcinoma[J]. *Nat Rev Urol*, [2024-5-2]. doi: 10.1038/s41585-024-00876-w.
- [3] DELAHUNT B, SRIGLEY JR, JUDGE MJ, et al. Data set for the reporting of carcinoma of renal tubular origin: recommendations from the International Collaboration on Cancer Reporting (ICCR)[J]. *Histopathology*, 2019, 74(3): 377-390.
- [4] COTTA BH, CHOUERI TK, CIESLIK M, et al. Current landscape of genomic biomarkers in clear cell renal cell carcinoma[J].

- Eur Urol*, 2023, 84(2): 166-175.
- [5] WANG J, ZHAO E, GENG B, et al. Downregulation of UBB potentiates SP1/VEGFA-dependent angiogenesis in clear cell renal cell carcinoma[J]. *Oncogene*, 2024, 43(18): 1386-1396.
- [6] FOLKMAN J. Tumor angiogenesis: therapeutic implications[J]. *N Engl J Med*, 1971, 285(21): 1182-1186.
- [7] DUDLEY AC, GRIFFIOEN AW. Pathological angiogenesis: mechanisms and therapeutic strategies[J]. *Angiogenesis*, 2023, 26(3): 313-347.
- [8] VIALARD C, LARRIVÉE B. Tumor angiogenesis and vascular normalization: alternative therapeutic targets[J]. *Angiogenesis*, 2017, 20(4): 409-426.
- [9] YANG F, LEE G, FAN Y. Navigating tumor angiogenesis: therapeutic perspectives and myeloid cell regulation mechanism[J]. *Angiogenesis*, 2024, 27(3): 333-349.
- [10] SIEMANN DW. The unique characteristics of tumor vasculature and preclinical evidence for its selective disruption by tumor-vascular disrupting agents[J]. *Cancer Treat Rev*, 2011, 37(1): 63-74.
- [11] NAGY JA, CHANG SH, DVORAK AM, et al. Why are tumour blood vessels abnormal and why is it important to know[J]. *Br J Cancer*, 2009, 100(6): 865-869.
- [12] WU Y, DU K, GUAN W, et al. A novel definition of microvessel density in renal cell carcinoma: angiogenesis plus vasculogenic mimicry[J]. *Oncol Lett*, 2020, 20(5): 192.
- [13] FERICIAN O, CIMPEAN AM, CEAUSU AR, et al. Heterogeneous vascular patterns in renal cell carcinomas[J]. *Pol J Pathol*, 2016, 67(1): 46-53.
- [14] RUIZ-SAURÍ A, GARCÍA-BUSTOS V, GRANERO E, et al. Distribution of vascular patterns in different subtypes of renal cell carcinoma. A morphometric study in two distinct types of blood vessels[J]. *Pathol Oncol Res*, 2018, 24(3): 515-524.
- [15] CANETE-PORTILLO S, RODRIGUEZ PENA MDC, WANG D, et al. Vascular architectural patterns in clear cell renal cell carcinoma and clear cell papillary renal cell carcinoma[J]. *Virchows Arch*, 2021, 479(6): 1187-1196.
- [16] LI Y, REUTER VE, MATOSO A, et al. Re-evaluation of 33 'unclassified' eosinophilic renal cell carcinomas in young patients[J]. *Histopathology*, 2018, 72(4): 588-600.
- [17] DELAHUNT B, SIKAPATONU D, BETHWAITE PB, et al. Grading of clear cell renal cell carcinoma should be based on nucleolar prominence[J]. *Am J Surg Pathol*, 2011, 35(8): 1134-1139.
- [18] DELAHUNT B, CHEVILLE JC, MARTIGNONI G, et al. The International Society of Urological Pathology (ISUP) grading system for renal cell carcinoma and other prognostic parameters[J]. *Am J Surg Pathol*, 2013, 37(10): 1490-1504.
- [19] WARREN AY, HARRISON D. WHO/ISUP classification, grading and pathological staging of renal cell carcinoma: standards and controversies[J]. *World J Urol*, 2018, 36(12): 1913-1926.
- [20] WILLIAMSON SR, TANEJA K, CHENG L. Renal cell carcinoma staging: pitfalls, challenges, and updates[J]. *Histopathology*, 2019, 74(1): 18-30.

- [21] WEIR M, PITMAN MB. The vascular architecture of renal cell carcinoma in fine-needle aspiration biopsies. An aid in its distinction from hepatocellular carcinoma [J]. *Cancer*, 1997, 81(1): 45-50.
- [22] SARDARI NIA P, HENDRIKS J, FRIEDEL G, et al. Distinct angiogenic and non-angiogenic growth patterns of lung metastases from renal cell carcinoma [J]. *Histopathology*, 2007, 51(3): 354-361.
- [23] OHE C, YOSHIDA T, AMIN MB, et al. Development and validation of a vascularity-based architectural classification for clear cell renal cell carcinoma: correlation with conventional pathological prognostic factors, gene expression patterns, and clinical outcomes [J]. *Mod Pathol*, 2022, 35(6): 816-824.
- [24] OUYANG AM, WEI ZL, SU XY, et al. Relative computed tomography (CT) enhancement value for the assessment of microvascular architecture in renal cell carcinoma [J]. *Med Sci Monit*, 2017, 31;23:3706-3714.
- [25] LÓPEZ JI, ERRAMUZPE A, GUARCH R, et al. CD34 immunostaining enhances a distinct pattern of intratumor angiogenesis with prognostic implications in clear cell renal cell carcinoma [J]. *APMIS*, 2017, 125(2): 128-133.
- [26] QIAN CN, HUANG D, WONDERGEM B, et al. Complexity of tumor vasculature in clear cell renal cell carcinoma [J]. *Cancer*, 2009, 115(10 Suppl): 2282-2289.
- [27] BARATA PC, ORNSTEIN MC, GARCIA JA. The evolving treatment landscape of advanced renal cell carcinoma in patients progressing after VEGF inhibition [J]. *J Kidney Cancer VHL*, 2017, 4(2): 10-18.
- [28] 张俊飞, 刘春, 开梓翔, 等. 程序性死亡分子-1 抑制剂纳武利尤单抗治疗晚期肾癌的新进展 [J]. *现代泌尿外科杂志*, 2020, 25(3): 280-284.
- [29] PLIMACK ER, TANNIR N, LIN E, et al. Patterns of disease progression in metastatic renal cell carcinoma patients treated with antivascular agents and interferon: impact of therapy on recurrence patterns and outcome measures [J]. *Cancer*, 2009, 115(9): 1859-1866.
- [30] SMITH NR, BAKER D, FARREN M, et al. Tumor stromal architecture can define the intrinsic tumor response to VEGF-targeted therapy [J]. *Clin Cancer Res*, 2013, 19(24): 6943-6956.
- [31] CASCONI T, HERYNK MH, XU L, et al. Upregulated stromal EGFR and vascular remodeling in mouse xenograft models of angiogenesis inhibitor-resistant human lung adenocarcinoma [J]. *J Clin Invest*, 2011, 121(4): 1313-1328.
- [32] CRAWFORD Y, KASMAN I, YU L, et al. PDGF-C mediates the angiogenic and tumorigenic properties of fibroblasts associated with tumors refractory to anti-VEGF treatment [J]. *Cancer Cell*, 2009, 15(1): 21-34.

(编辑 郭楚君)

(上接第 256 页)

- [9] ZHAO L, YU X, ZHU Z, et al. Comparative efficacy and safety of greenlight and thulium laser vaporization techniques for benign prostatic hyperplasia: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lasers Med Sci*, 2024, 39(1): 190.
- [10] CRETA M, RUSSO GI, BHOJANI N, et al. Bladder outlet obstruction relief and symptom improvement following medical and surgical therapies for lower urinary tract symptoms suggestive of benign prostatic hyperplasia: a systematic review [J]. *Eur Urol*, 2024, 86(4): 315-326.
- [11] 满超, 郝晓航, 李腾, 等. 保留性功能的 450 nm 蓝激光汽化术治疗前列腺增生症 20 例报告 [J]. *现代泌尿外科杂志*, 2023, 28(8): 702-706.
- [12] XU X, JIANG D, LIU G, et al. In vitro evaluation of the safety and efficacy of a high-power 450-nm semiconductor blue laser in the treatment of benign prostate hyperplasia [J]. *Lasers Med Sci*, 2022, 37(1): 555-561.
- [13] TORRICELLI FC, CHUEH SJ, SHEN S, et al. Multiple uric acid bladder stones: clinical presentation and endoscopic management [J]. *J Endourol Case Rep*, 2017, 3(1): 21-23.
- [14] BOOZ C, YEL I, WICHMANN JL, et al. Diagnosis of uric acid-based urine sedimentation in the bladder using dual-energy CT [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(3): 542.

(编辑 郭楚君)